Die Ektomykorrhizen von Lactarius chrysorrheus und L. serifluus an Quercus robur*

G. PALFNER und R. AGERER

Zusammenfassung:
PALFNER, G. & AGERER, R.: Die Ektomykorrhizen von Lactarius chrysorrheus und L. serifluus an Quercus robur. – Sendtnera 3: 119–136. 1996. – ISSN 0944–0178.

Ektomykorrhizen von.*Lactarius chrysorrheus* and *L. serifluus*, beide an *Quercus robur*, werden ausführlich beschrieben. *Lactarius chrysorrheus*-Ektomykorrhizen werden mit denen von *L. pallidus* and *L. blennius* verglichen, diejenigen von *L. serifluus* mit Ektomykorrhizen von *L. badiosanguineus, L. alpinus, L. camphoratus, L. decipiens, L. mitissimus, L. rubrocinctus, L. subdulcis,* und *L. theiogalus*.

Abstract:
Ectomycorrhizae of *Lactarius chrysorrheus* and *L. serifluus*, both on *Quercus robur* are comprehensively described. *Lactarius chrysorrheus*-ectomycorrhizae are compared with those of *L. pallidus* and *L. blennius*, those of *L. serifluus* with ectomycorrhizae of *L. badiosanguineus, L. alpinus, L. camphoratus, L. decipiens, L. mitissimus, L. rubrocinctus, L. subdulcis,* and *L. theiogalus*.

Einleitung

Die Gattung *Lactarius* gehört zu jenen Genera von Ektomykorrhizapilzen, von denen bisher vergleichsweise viele Arten auf ihre Ektomykorrhizen hin untersucht worden sind. Zwar lassen sich bisher alle Arten anhand von glatten Mänteln und durch den Besitz von Lactiferen in den Mykorrhizen erkennen, doch weisen die Mykorrhizenmäntel in Aufsicht eine erstaunliche Vielfalt auf (AGERER 1995). Es hat den Anschein, daß zumindest die Sektionen *Dapetes* (SINGER 1986) und *Plinthogali* (SINGER 1986), durch einheitliche Mykorrhizenmerkmale gekennzeichnet sind (AGERER 1995). Andere Sektionen erweisen sich als weniger homogen bezüglich solcher Merkmale. Ob tatsächlich die Struktur von Ektomykorrhizen dazu beitragen kann, infragenerische Untergliederungen zu untermauern oder gar zu klären bleibt abzuwarten. Jedenfalls muß das Studium von *Lactarius*-Ektomykorrhizen erheblich intensiviert werden. Mit *L. chrysorrheus* wird ein Vertreter der Sektion *Lactarius* (SINGER 1986), mit *L. serifluus* ein Mitglied der Sektion *Russulares* (SINGER 1986) vorgestellt.

---

* Gilt als Studien an Ektomykorrhizen LVI.

Methoden zur Isolierung der Ektomykorrhizen aus dem Boden, zur Vorgehensweise bei der Analyse, sowie wichtige Merkmale wurden bereits zusammengefaßt (AGERER 1991), die verwendeten Termini sind in einem Glossar erklärt (AGERER 1987–1994). Für die vorliegenden Beschreibungen von Schnitten wurde in Historesin eingebettetes Material verwendet (AGERER 1991). Zur Ermittlung des CCq (AGERER 1987–1994) wurden die Längenmaße der äußeren, vom Hartigschen Netz umgebenen Rindenzellen im medianen Längsschnitt nicht streng radial, sondern entlang ihrer geneigten Längsachse gemessen. Die unterstrichenen Werte sind Mittelwerte aus zumindest fünfzehn Messungen; Minimal- und Maximalwerte sind beigegeben.

Die Bestimmung der Pilze erfolgte nach MOSER (1983) unter Zuhilfenahme von RYMAN & HOLMASEN (1992).

Lactarius chrysorrheus (Fr.) Fr. an *Quercus robur* L.

Referenzbeleg: **Slowenien**, Krakovski Gozd, 6.7.1993, *Palfner, GP 111* (M).

Habitus (Abb. 1):

Mykorrhizensysteme bevorzugt in der lockeren Laubstreu, zwischen Schichten abgefallener Blätter, hier oft sehr ausgedehnt und dicht; Verzweigung monopodial-pinnat bis monopodial-pyramidal, unverzweigte Ende gerade bis leicht gebogen; junge Spitzen weißlich-beige bis ocker, meist mit einem fleischfarbenen Beiton, ältere Teile dunkler braun, auch hier häufig noch mit einem Stich ins Fleischfarbene; Oberfläche glatt und wachsig glänzend, fast immer ohne anhaftende Bodenpartikel; besonders an älteren, dunkler pigmentierten Teilen mit dichtem, weiß reflektierendem Lactiferennetz, das in frischem Zustand bei Verletzung weißen, an der Luft kaum verfärbenden Milchsaft absondert; Rhizomorphen zahlreich, dünn und glasig durchscheinend oder dicker, dann häufig wie der Mantel fleischfarben oder an älteren Teilen orange-bräunlich getönt, tangential auf der Manteloberfläche ansetzend, die Mykorrhiza teilweise spiralig umwindend. Achsen der Verzweigungssysteme 2–7,5–23 mm lang, 0,3–0,4–0,5 mm im Durchmesser; unverzweigte Enden bis 1,2(2) mm lang und 0,3(0,4) mm im Durchmesser.

Anatomie (Flächenansicht):

Mantel (Abb. 2, 3) besonders in Spitzennähe oft mit einschichtiger, eng anliegender Auflage aus dünnwandigen, schmal gelappten, bzw. kurz verzweigten, teilweise septierten Zellen; diese im Milchsäurepräparat innen mit sehr feinen Granula oder Tröpfchen (Milchsaft?); Mantelaußenseite epidermoid-pseudoparenchymatisch, aus gelappten bis „puzzleartig" verzahnten Zellen mit leicht aufgequollen, verdickten Zellwänden; mittlere Mantelschichten plectenchymatisch, mit dichtem Netzwerk aus unterschiedlich dicken, verzweigten und stellenweise septierten Milchröhren, diese in frischem Zustand mit stark lichtbrechendem, farblosem, in frischen Milchsäurepräparaten zu Tröpfchen koaguliertem Milchsaft; Mantelinnenseite dicht unregelmäßig-plectenchymatisch mit gestreckten Hyphen und rundlichen, fast pseudoparenchymatischen Zellen, hier nur wenige Lactiferen; in allen tieferen Mantelschichten Zellwände teils mit doliporusartigen Verdickungen. Manteltyp Q (nach AGERER 1995).

Dicht anliegende, kurz verzweigte Hyphen der Manteloberfläche in Spitzennähe 20–31–43 µm und 8–14–18 µm im Durchmesser; Wände bis 0,5 µm dick. Zellen der pseudoparenchymatischen Manteloberfläche 5–10–20 × 5–11–16 µm, Anzahl der Zellen in 20 × 20 µm 6–9–11, Zellwände 0,5–1 µm dick. Hyphen der plectenchymatischen mitteleren Mantelschichten 3–4–5µm dick, Lactiferen 5–8–10 µm im Durch-

messer, Wände bis 0,5 µm dick. Hyphen der Mantelinnenseite 2–4–5 µm im Durchmesser, Wände bis 0,5 µm dick. Mantel der unmittelbaren Mykorrhizenspitze mit deutlich kleineren epidermoiden Zellen (2–5–7 × 3–5–10 µm; in 20 × 20 µm 9–14–23 Zellen), sich gegenseitig etwas überlappend und mit etwas stärker verquollenen Zellwänden (1–2 µm dick); Lactiferen 3–5–8 µm im Durchmesser.

Abziehende Hyphen selten.

Rhizomorphen (Abb. 4) 7–50–190 µm im Durchmesser, mit allen Übergangsformen von sehr dünnen, durchsichtigen, im Extremfall nur aus zwei parallelen Hyphen bestehend, bis zu dicken und schwach gefärbten Strängen aus kürzeren Hyphen mit leicht verquollenen Zellwänden (Type B/C, nach Agerer 1991); Hyphen, parallel ausgerichtet bis verwunden, meist fest verklebt, meist mit Milchsaft, häufig Anastomosen und gabelige bis knieförmige Verzweigungen bildend; Hyphen 2–3–5 µm im Durchmesser, Septenabstand 5–24–80 µm, Wände 0,5–1 µm dick. Septen oft mit zentralen, globulären Verdickungen. Enden der Rhizomorphen im Substrat pinselförmig in Einzelhyphen aufspaltend, diese sekundär oft wieder miteinander verschlungen.

Anatomie (Querschnitt):

Mantel (Abb. 5b, c) 10–20–30 µm dick, zweischichtig, pseudoparenchymatisch; äußere Schicht, 4–5–6 µm meist aus zwei Lagen tangential-ovaler bis abgeplatteter Zellen bestehend, diese tangential 5–8–12 µm, radial 1–2–3 µm, Zellwand 0,5–1 µm dick, durch amorphes Zellwandmaterial mehr oder weniger stark lichtbrechend, anschließende Schicht mit großlumigen, gleichmäßig verteilten Lactiferen, diese tangential 5–12–19 µm, radial 4–7–11 µm, übrige Hyphen tangential 4–5–7 µm, radial 2–3–4 µm, Wände bis 0,5 µm dick; Mantelinnenseite nicht deutlich abgesetzt, Lactiferen selten, Zellen kleinlumig, tangential 3–6–12 µm, radial 2–4–5 µm, Wände bis 0,5 µm dick.

Hartigsches Netz (Abb. 5b) einzellreihig, 2(–3) µm dick.

Cortexzellen (Abb. 5b) mit Hartigschem Netz: tangential 11–15–20 µm, radial 7–12–20 µm; CCq = 1,25.

Tanninzellen fehlend.

Anatomie (Längsschnitt):

Mantel: Merkmale und -abmessungen des medianen Längsschnittes jenen des Querschnitts entsprechend; Mantel der unmittelbaren Mykorrhizenspitze dünner, kaum differenziert.

Hartigsches Netz (Abb. 5a) in Aufsicht labyrinthisch-fächerförmig (Palmetti), Loben 2–3–5 µm breit; eine Wurzelzellschicht tief.

Cortexzellen (Abb. 5a) schräggestellt, tangential 15–18–27 µm, radial 28–40–50 µm; CCq = 0,45.

Farbreaktionen des Mantels mit verschiedenen Reagenzien:

Anilin: k.R. (= keine Reaktion); Brillantkresylblau: am Rand leicht violett; Baumwollblau/Milchsäure: k.R.; Ethanol 70%: k.R.; Eisensulfat: k.R.; Formol 40%: k.R.; Guaiak: schwach grau; KOH: schwach orange (die für frische Fruchtkörperstückchen charakteristische, kräftige Orangefärbung mit Kalilauge (MEIXNER 1975), fiel am Mykorrhizenmantel nur sehr schwach aus); Milchsäure: k.R.; Melzers Reagens: k.R.; Phenol: Lactiferen leicht gelblich; Phenol-Anilin: k.R.; Rutheniumrot: am Rand leicht rötlich; Saures Fuchsin: rosa bis rot; Lactiferen etwas kräftiger gefärbt; Sulfovanillin: Lactiferen dunkelviolett.

Autofluoreszenz:

Ganze Mykorrhizen: 254 nm: k.F. (= keine Fluoreszenz); 366 nm: k.F.
Schnittpräparate: UV-Filter (340–380 nm): äußerer, lichtbrechender Streifen auffallend heller als darunterliegende Zellagen; Blaufilter (450–490 nm): k.F.; Grünfilter (530–560 nm): k.F.

Kernfärbung (Karminessigsäure):

In den Rhizomorphen und in den Hyphen der Mantelinnenseite selten rundliche Paarkerne mit 0,8–1,2–1,6 µm Durchmesser im Abstand von 0–1,5–4 µm sichtbar.

Untersuchtes Material:

Referenzbeleg. – Außerdem folgendes Material: **Slowenien**. Krakovski Gozd, 16.7.1993, *GP 312* (M) – Krakovski Gozd, 23.9.1993, *GP 501 a, GP 502* Blindprobe und Krakovski Gozd, 15.6.94, *GP 901* (alle M).
Die Identifizierung erfolgte bei *GP 312, GP 501 a, GP 901* und beim Referenzbeleg durch Nachweis von Rhizomorphenverbindungen zwischen Mykorrhizen und Fruchtkörperbasis.

Lactarius serifluus DC.: Fr. an *Quercus robur* L.

Referenzbeleg: Slowenien, Krakovski Gozd, 23.9.1993, *Palfner, GP 507* (M).

Habitus (Abb. 6):

Kleine bis ziemlich große Systeme, bevorzugt in tieferen Bodenschichten unterhalb der Laubstreu; Verzweigung monopodial-pyramidal bis unregelmäßig verzweigt; unverzweigte Enden meist verbogen; Färbung gleichmäßig lebhaft orangebraun; Oberfläche glatt; kaum glänzend, oft mit anhaftenden Bodenpartikeln bedeckt; ohne auffälliges Lactiferennetz, silbrig reflektierende Milchröhrenabschnitte nur vereinzelt sichtbar; Rhizomorphen offenbar selten, dünn und glasig durchscheinend oder ziemlich dick und dann auffällig rotbraun pigmentiert. Achsen der Verzweigungssysteme 1–6–25 mm lang, 0,3–0,4 mm im Durchmesser; unverzweigte Enden bis 0,9(2,4) mm lang und 0,2–0,3 mm im Durchmesser.

Anatomie (Flächenansicht):

Mantel: Oberfläche (Abb. 7, 8a) mit einschichtigem, dem Mantel dicht anliegendem Netz aus dünnwandigen, schmal gelappten Zellen oder längeren Hyphen, einzelne Enden zuweilen tütenförmig spitz zulaufend; Mantelaußenseite angulär-pseudoparenchymatisch, in Spitzennähe auch abgerundet bis ausgebuchtet, Wände kaum verdickt, orangebraun; an der Mantelspitze kleinere Zellen, deren Wände oft wellenförmig miteinander verzahnt; mittlere Mantelschichten plectenchymatisch aus dünnen, undifferenzierten Hyphen und unterschiedlich dicken, verzweigten und kaum septierten Lactiferen; Zellwände farblos; Milchsaft frisch schwach orangegelblich, in Milchsäure zu Tröpfchen koagulierend; Mantelinnenseite unregelmäßig plectenchymatisch, mit eingestreuten pseudoparenchymatischen Stellen, Milchröhren selten; Zellwände farblos. Manteltyp P (nach AGERER 1991, 1995).
Dünnwandige Zellen und Hyphen der Manteloberfläche 3–7–13 µm im Durchmesser, mit Septen im Abstand von 27–35–55 µm, Wände bis 0,5 µm dick, Zellen der pseudoparenchymatischen Manteloberfläche 6–12–25 × 7–11–18 µm,

Anzahl der Zellen in 20 × 20 µm: 10–12–14, Zellwände 0,5–1 µm dick. Hyphen der plectenchymatischen mittleren Mantelschichten 3–5–6 µm dick, Lactiferen 3–6–10 µm im Durchmesser, Wände bis 0,5 µm dick. Hyphen der Mantelinnenseite 2–3–4 µm im Durchmesser, Wände bis 0,5 µm dick. Mantel der unmittelbaren Mykorrhizenspitze mit kleineren, 4–6–10 × 2–5–8 µm großen Zellen (Anzahl: 15–17–21 in 20 × 20 µm).

Abziehende Hyphen kaum nachweisbar.

Rhizomorphen (Abb. 8b, 9, 10c) selten, mit zwei entwicklungsbedingten Stadien (nach AGERER 1991, Typ B, mit oder ohne differenzierte Rinde): (a) Dünn und unpigmentiert, aus gestreckten, parallel verlaufenden, dünnwandigen Hyphen, diese teilweise mit Latex oder (b) sehr dick, außen aus gedrungenen bis rundlichen, teils blasig aufgetriebenen Zellen mit sehr dicken, orange- bis rotbraun gefärbten Zellwänden und zentralem Hyphenstrang, dieser wie einfache Rhizomorphe strukturiert, im Substrat in mehrere dünne, unberindete Stränge auffächernd; als besonderes Merkmal einzelne Hyphen im Rhizomorphenverband, sowohl an der Fruchtkörperstielbasis, als auch an der Mykorrhiza teilweise mit aufgetriebenen subapikalen oder medianen Verdickungen (Verzweigungsvorstufen?).

Dickere, pigmentierte ältere (?) Rhizomorphen 50–60–100 µm im Durchmesser, äußere Hyphen mit Zellen von 4–11–21 × 3–5–11 µm, und 0,5–1–4 µm dicken Wänden, dünnere, farblose, jüngere (?) Rhizomorphen 5–9–15 µm dick, Hyphen dieser Rhizomorphen wie jene im zentralen Bereich des dickeren Stadiums 2–3 µm im Durchmesser, mit Septenabständen von 5–58–110 µm und Wänden bis 0,5 µm dick.

Anatomie (Querschnitt):

Mantel (Abb. 10b) 10–25–40 µm dick, zweischichtig, pseudoparenchymatisch; Manteloberfläche teilweise mit dünnwandigen Zellen des Oberflächennetzes bedeckt, Enden sehr selten cystidenartig abstehend; äußere Mantelschicht aus relativ großen, abgeplatteten, breiten, polygonalen oder ovalen Zellen bestehend, tangential 5–10–23 µm, radial 2–4–6 µm, Zellwände 0,5–1 µm dick, orangebraun; anschließende Schicht mit deutlich kleinerlumigen Zellen, tangential 2–5–10 µm, radial 3–4–7 µm, mit eingestreuten, dickeren Milchröhrenanschnitten, tangential 2–5–15 µm, radial 3–4–8 µm, Zellwände bis 0,5 µm, farblos; Mantelinnenseite nicht auffällig abgesetzt, aus kleinen Zellen bestehend, tangential 3–5–10 µm, radial 2–4–5 µm, Lactiferen selten, Wände bis 0,5 µm, innerste Zellen häufig von braunen Wurzelzellwandresten umgeben.

Hartigsches Netz (Abb. 10b) einzellreihig, gerade bis leicht perlschnurartig, 2–3 µm dick.

Cortexzellen (Abb. 10b) mit Hartigschem Netz: tangential 12–15–19 µm, radial 10–14–28 µm; CCq = 1,07.

Anatomie (Längsschnitt):

Mantel: Merkmale und -abmessungen wie im Querschnitt, Mantel der unmittelbaren Mykorrhizenspitze dünner, kaum differenziert.

Hartigsches Netz (Abb. 10d) in Aufsicht labyrinthisch-fächerförmig (= Palmetti), Loben 2–3–5 µm breit; eine Wurzelzellschicht tief.

Cortexzellen (Abb. 10a) mit Hartigschem Netz: schräggestellt, tangential 5–10–20 µm, radial 35–47–55 µm; CCq = 0,18.

Farbreaktionen des Mantels mit verschiedenen Reagenzien:

Anilin: k.R. (= keine Reaktion); Brillantkresylblau: k.R.; nur Rand leicht bläulich; Baumwollblau/Milchsäure: k.R.; Ethanol 70%: k.R.; Eisensulfat: Lactiferen z.T. oliv-

graugrün; Formol 40%: k.R.; Guaiak: nur Latextröpfchen graublau; KOH: k.R.; Milchsäure: k.R.; Melzers Reagens: k.R.; Phenol: k.R.; Phenolanilin: k.R.; Rutheniumrot: k.R.; Safranin : gleichmäßig tiefrot; Saures Fuchsin: gleichmäßig rosa bis lila; Sulfovanillin: Lactiferen weinrot bis violett; Mantel gelblich.

Autofluoreszenz:

Ganze Mykorrhiza: 254 nm: k.F. (= keine Fluoreszenz); 366 nm: k.F.
Schnittpräparate: UV-Filter (340–380 nm): k.F.; mit Blaufilter (450–490 nm): äußere Mantelschicht orangebraun, innere fahl gelbgrün; Grünfilter (530–560 nm): k.F.

Kernfärbung (Karminessigsäure):

Hyphen der Mantelinnenseite vereinzelt mit dicht beieinanderliegenden, rundlichen Paarkernen, Durchmesser: 1,2–1,5–2 µm, Abstand: 0–1,3–7 µm.

Untersuchtes Material:

Referenzbeleg. – Außerdem folgendes Material: **Slowenien,** Krakovski Gozd, 23.9.1993, *GP 506 b* (Blindprobe) (M).
Nur Referenzbeleg identifiziert; zwar wurden keine Rhizomorphenverbindungen zwischen Mykorrhizen und Fruchtkörper gefunden, doch ist die Zugehörigkeit weitestgehend abgesichert, da unter drei Fruchtkörpern jeweils die gleichen Mykorrhizen auftraten und zudem die Rhizomorphenmerkmale der Mykorrhizen und Fruchtkörper übereinstimmten.

Diskussion

Eine kurze Beschreibung der Ektomykorrhizen von *Lactarius chrysorrheus* stammt von LUPPI und GAUTERO (1967). Sie geben die Farbe der ganzen Mykorrhizen mit „haselnußfarben an der Basis, cremefarben an der Spitze" an und beschreiben u.a. auch den im Schnitt pseudoparenchymatischen Mantel mit einem lichtbrechenden Streifen als äußerem Abschluß, der ihrer Meinung nach aus Schleimstoffen besteht. Ebenso erwähnen sie die deutlich sichtbaren Lactiferen, deren Inhalt mit Lugolscher Lösung blaugrün färbbar sein soll. PEYRONEL (1963) schreibt, daß Mykorrhizen von *L. chrysorrheus* bei Verletzung von Weiß nach Orangegelb verfärbenden Milchsaft absondern, wobei hier eine solche Verfärbung allerdings nicht immer beobachtet werden konnte.

Eine ausführliche Beschreibung der Mykorrhiza von *Lactarius serifluus* existiert bisher nicht, die Art wurde aber von CERUTI et al. (1985) als Mykorrhizabildner mit *Castanea sativa* aufgeführt.

Fast alle bislang bezüglich ihrer Ektomykorrhizen untersuchten Arten von *Lactarius* sect. *Lactarius* bilden ockerfarbene bis hellbraune, teils rosa oder fleischfarben überhauchte Mäntel mit epidermoider Manteloberfläche und dichtem, meist deulich hervortretendem Milchröhrennetz, sowie relativ häufigen Rhizomorphen (*Lactarius pallidus* Pers.: Fr. (BRAND 1991); *Lactarius blennius* Fr. (BRAND 1991); *Lactarius chrysorrheus*: s. vorliegende Studie). Eine Ausnahme bildet *L. porninsis* Roll. (TREU 1990). Diese Art ist gekennzeichnet durch orange gefärbte, plectenchymatische, nicht weiter differenzierte Mykorrhizenmäntel und zeigt damit Ähnlichkeiten zu den bisher untersuchten Arten von *Lactarius* sect. *Dapetes* (vgl. AGERER 1995).

Von der habituell sehr ähnlichen Mykorrhiza von *L. blennius* (BRAND 1991) unterscheidet sich *L. chrysorrheus* durch die mehr fleischfarbene Tönung, die nur schwach verdickten Wände der epidermoiden Mantelzellen, die teilweise gelbbräunlich gefärbten Rhizomorphen, den mit Sulfovanillin färbbaren Lactifereninhalt und das im Querschnitt nicht blasig aufgetriebene Hartigsche Netz.

Von *Lactarius pallidus* läßt sich *L. chrysorrheus* trennen durch seine wesentlich dünnerwandigen Zellen der äußeren Mantelschichten, durch die pigmentierten Rhizomorphen (farblos-hyalin in *L. pallidus*), durch die einheitlich gefärbte Manteloberfläche (*L. pallidus* mit stellenweise auftretenden, ockerfarbenen Flecken). Außerdem kommen die Mykorrhizen von *L. pallidus* im Gegensatz zu jenen von *L. chrysorrheus* bevorzugt in tieferen Bodenschichten vor.

Die bisher studierten Ektomykorrhizen aus *Lactarius* sect. *Russulares* haben, anders als die meisten Mykorrhizen von *Lactarius* sect. *Lactarius,* lebhaft orangebraun gefärbte Mäntel und kein farblich deutlich von der Oberfläche abstechendes Lactiferennetz (Ausnahmen s. unten), Rhizomorphen sind durchwegs selten oder fehlen offenbar ganz. Ein deutlich hervorstechendes Lactiferennetz zeigen die Mykorrhizen von *Lactarius subdulcis* (Bull.: Fr.) S.F.Gray (BRAND & AGERER 1986), sowie *L. rubrocinctus* Fr. (BRAND 1991). Da beide Ektomykorrhizen jedoch konstant mit einem Ascomyceten vergesellschaftet sind (BRAND & AGERER 1986, BRAND 1991, 1992), die ihre Hyphen in den Mänteln der beiden Ektomykorrhizen wachsen lassen und Hypertrophien verursachen, könnte das auffällige Lactiferennetz durch diese besonderen Bedingungen hervorgerufen worden sein.

Neben *Lactarius subdulcis, L. rubrocinctus* und *L. serifluus* sind folgende Arten aus dieser Sektion bezüglich ihrer Mykorrhizen bekannt: *L. badiosanguineus* Kühn. & Romagn. (TREU 1990), *L. camphoratus* (BRAND 1991), *L. decipiens* Quél. (GRONBACH 1988), *L. mitissimus* (WEISS 1991), *L. theiogalus* (Bull.: Fr.) S.F.Gray (GRONBACH 1988) und *L. alpinus* Peck (TREU 1990). Nur *L. alpinus* zeigt in Mantelaufsicht epidermoide Zellen. Für alle übrigen Arten sind eckige Zellen typisch, denen noch ein feines Hyphennetz aufgelagert ist (AGERER 1995).

Ein morphologischer Vergleich dieser Arten ist kaum möglich, da diese Ektomykorrhizen von verschiedenen Baumgattungen beschrieben worden sind (*Fagus, Picea, Pinus, Quercus*) und der Wirt teilweise gravierenden Einfluß auf die äußere Gestalt nimmt (AGERER 1995). Anatomische, pilzeigene Merkmale des Mantels und der Rhizomorphen können jedoch für eine Gegenüberstellung der Arten herangezogen werden.

Lactarius serifluus sondert nach Verletzung frischer Ektomykorrhizen keinen auffälligen Milchsaft ab, dies im Gegensatz zu allen übrigen genannten Arten. Ebenso bildet offenbar nur diese Art Rhizomorphen mit kurzen, gedrungenen und recht dickwandigen Zellen als äußere Begrenzung, sowie einzelne Hyphen mit subapikalen oder mehr mittig gelegenen Verdickungen. Am untersuchten Material von *L. serifluus* konnten keine Fremdpilzinfektionen nachgewiesen werden, während dies für *L. subdulcis* und *L. rubrocinctus* ein konstantes Merkmal darstellt (s.o.).

Die nur an *Alnus*-Arten vorkommenden Ektomykorrhizen von *L. alpinus* kann schon an der epidermoiden Manteloberfläche erkannt werden, ist gelblich und besitzt sehr dünne Lactiferen. *Lactarius serifluus* kann, allerdings eher in Spitzennähe, auch ausgebuchtete Zellen bilden.

Die Mykorrhizen von *L. decipiens, L. mitissimus, L. badiosanguineus* und *L. thejogalus* sind nur von Nadelbäumen her bekannt und werden deshalb nicht weiter mit jenen von *L. serifluus* verglichen.

Lactarius camphoratus-Mykorrhizen – von *Fagus sylvatica* und *Picea abies* bekannt (BRAND 1991) – scheiden bei Verletzung auffälligen Milchsaft aus und

besitzen einfacher gebaute Rhizomorphen; kurzgliedrige Zellen treten an der Rhizomorphenoberfläche nicht auf.

Literaturverzeichnis

AGERER, R. (ed.) 1987–1994: Colour Atlas of Ectomycorrhizae. 1–8. Lieferung. – Schwäbisch Gmünd.
– 1991: Characterization of ectomycorrhiza. – In: NORRIS, J.R., READ, D.J. & VARMA, A.K.(eds.): Techniques for the study of mycorrhiza. Methods Microbiol. 23: 25–73. – London et al.
– 1995: Anatomical characteristics of identified ectomycorrhizae: An attempt towards a natural classification – In: HOCK, B. & VARMA, A.K. (eds.). Mycorrhiza: Structure, function, molecular biology and biotechnology: 685–734. – Berlin, New York.
BRAND, F. 1991: Ektomykorrhizen an *Fagus sylvatica*. Charakterisierung und Identifizierung, ökologische Kennzeichnung und unsterile Kultivierung. – Libri Botanici 2: 1–22. 9.
– 1992: Mixed associations of fungi in ectomycorrhizal roots. – In: READ, D.J., LEWIS, D.H., FITTER, A.H. & ALEXANDER, J.J. (eds.): Mycorrhizas in ecosystems: 142–147. – Wallingford.
– & AGERER, R. 1986: Studien an Ektomykorrhizen VIII. Die Mykorrhizen von *Lactarius subdulcis*, *Lactarius vellereus* und *Laccaria amethystina* an Buche. – Z. Mykol. 52: 287–320.
CERUTI, A., TOZZI, M., CARAMIELLO LOGMAGNO, R., & ASTRO, P.L. 1985: I macromiceti di un bosco di castagno ("*Castanea sativa*") nello bassa valle D'Aveto (Chiavari, Italia). – Allionia 27: 11–18.
GRONBACH, E. 1988: Charakterisierung und Identifizierung von Ektomykorrhizen in einem Fichtenbestand mit Untersuchungen zur Merkmalsvariabilität in sauer beregneten Flächen. – Bibl. Mycol. 125: 1– 217.
KRAIGHER, H., AGERER, R. & JAVORNIK, B. 1994: Ectomycorrhizae of *Lactarius lignyotus* on Norway spruce, characterized by anatomical and molecular tools. – Mycorrhiza 5(3): 175–180.
LUPPI, A.M. & GAUTERO, C. 1967: Ricerche sulle micorrize di *Quercus robur*, *Q. petraea* e *Q. pubescens* in Piemonte. – Allionia 13: 129–148.
MEIXNER, A. 1975: Chemische Farbreaktionen von Pilzen. – Vaduz.
MOSER, M. 1983: Die Röhrlinge und Blätterpilze. – In: GAMS, H. (ed.). Kleine Kryptogamenflora, Bd. II b/ 2. – Stuttgart, New York.
PEYRONEL, B. 1963: Mykorrhizenstruktur und mykorrhizogene Pilze. – In: HOFFMANN, G. (ed.). Mykorrhiza. Int. Symp. Weimar 1960: 16–25. – Jena.
RYMAN, S. & HOLMASEN, J. 1992: Pilze. Übers., bearb. u. fachl. ergänzt für Mitteleuropa von T. Lohmeyer und H.-G. Unger. – Braunschweig.
SINGER, R. 1986: Agaricales in modern taxonomy. – Königstein.
TREU, R. 1990: Charakterisierung und Identifizierung von Ektomykorrhizen aus dem Nationalpark Berchtesgaden. – Bibl. Mycol. 134: 1–196.
WEISS, M. 1991: Studies on ectomycorrhizae 33. – Description of three mycorrhizae synthesized *Picea abies*. – Mycotaxon 40: 53–77.

Götz PALFNER, Prof. Dr. Reinhard AGERER. Institut für Systematische Botanik der Universität München, Menzinger Straße 67, D-80638 München, Deutschland.

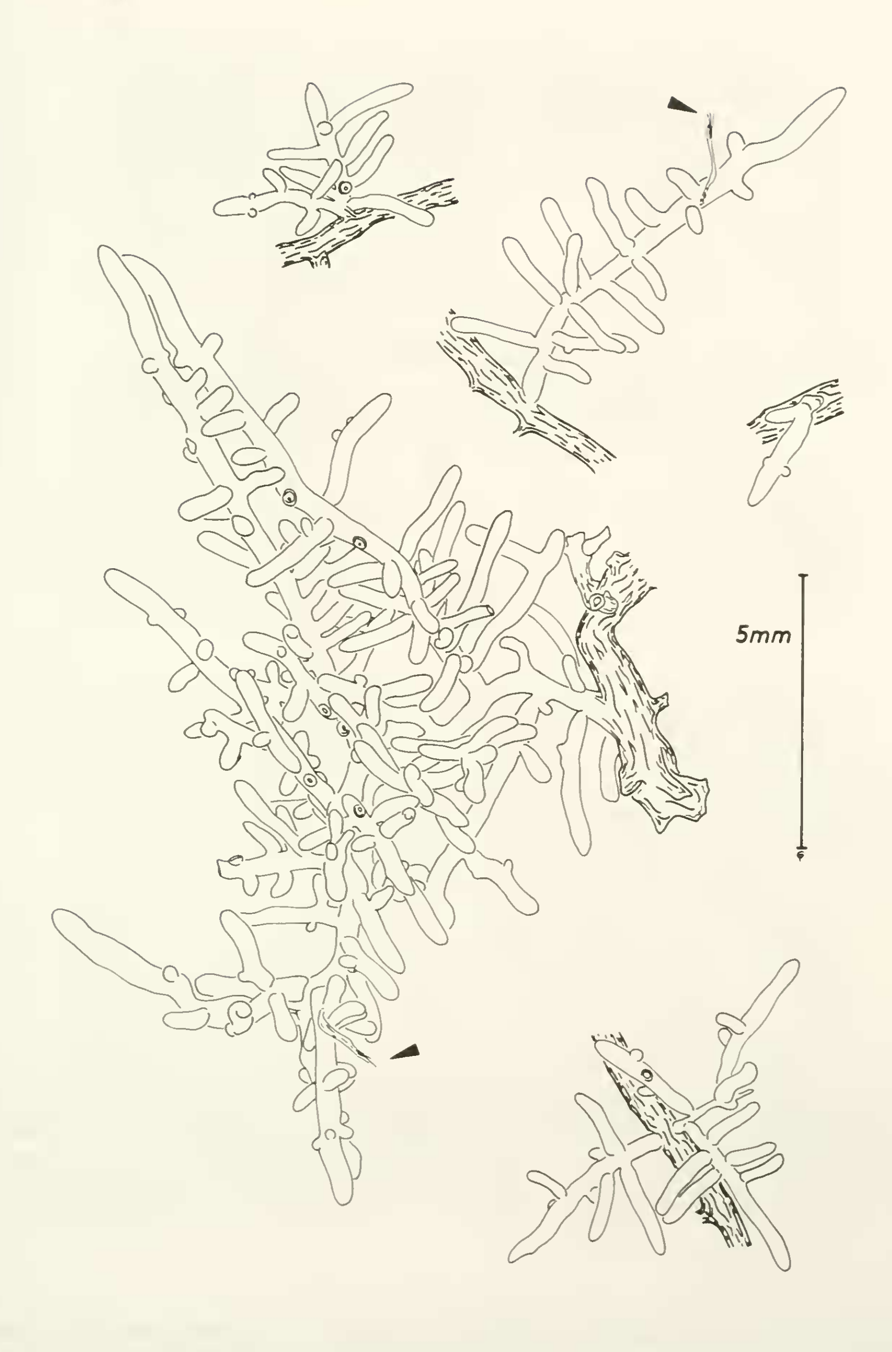


Abb. 1: *Lactarius chrysorrheus*; Mykorrhizen in unterschiedlichen Wachstumsstadien; die Pfeilköpfe bezeichnen Ansatzstellen von Rhizomorphen. – Alle Abb. von *GP 501 a*.

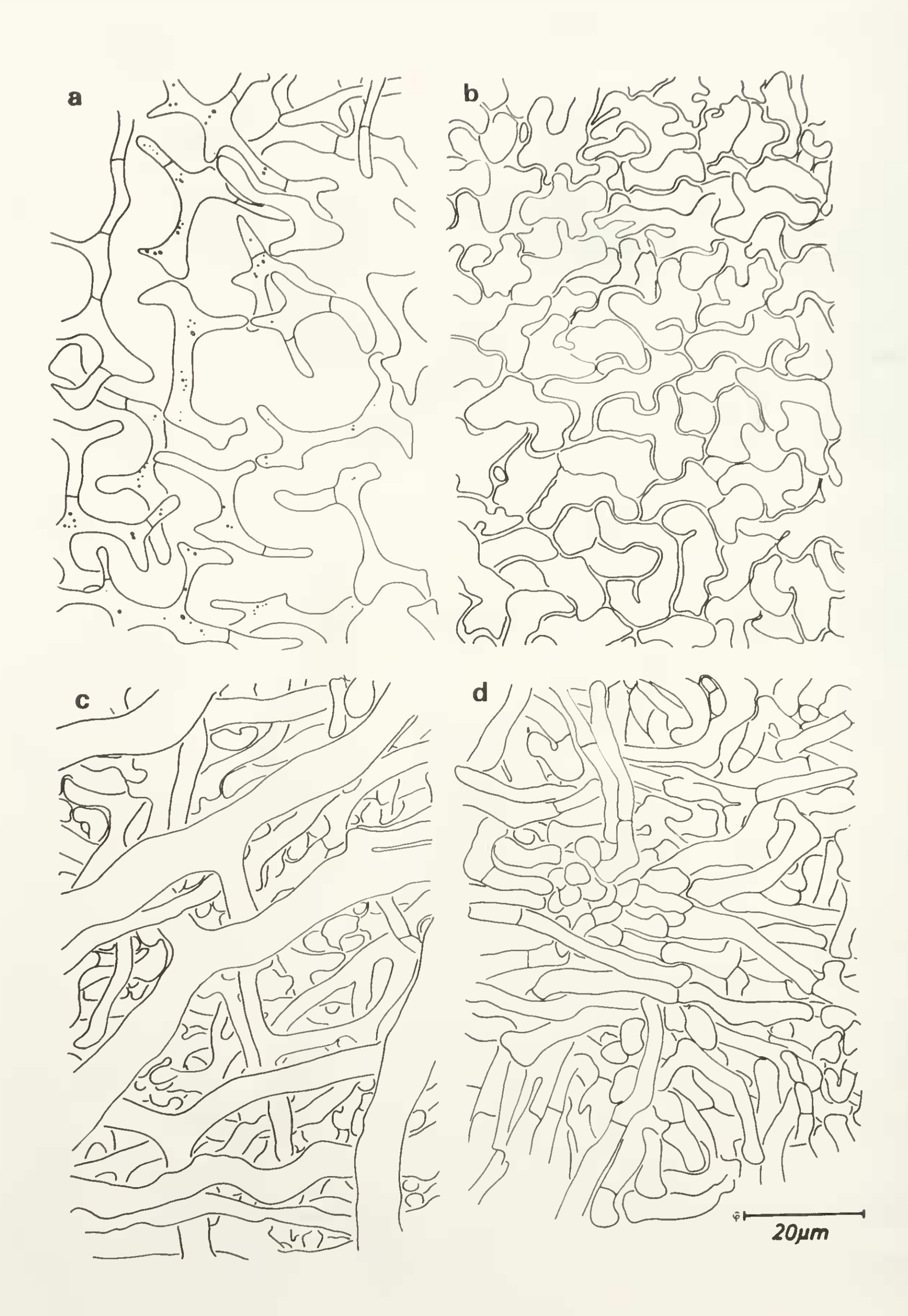


Abb. 2: *Lactarius chrysorrheus*; Mantel in Aufsicht. – a: Manteloberfläche: dünnes, enganliegendes Hyphennetz im Spitzenbereich. – b: Mantelaußenseite: epidermoide bis gelappte Zellen mit leicht aufgequollenen Zellwänden. – c: mittlere Mantelschicht: plectenchymatisch mit verzweigten Lactiferen. – d: Mantelinnenseite: Plectenchym ohne Lactiferen. – Abb. a, d von *GP 502*, Abb. b, c von *GP 111*.

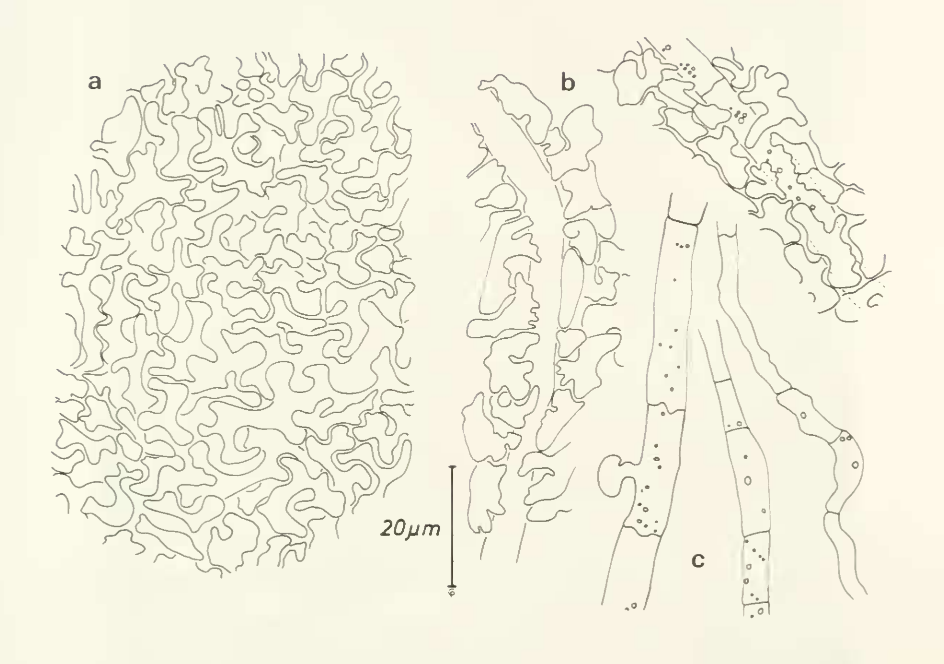


Abb.3: *Lactarius chrysorrheus*; Details der Mantelspitze. – a: Manteloberfläche: meist kleine, stark gelappte, teils übereinandergeschobene Zellen mit aufgequollenen Zellwänden. – b: direkt an der Manteloberfläche verlaufende Lactiferen, von angrenzenden Mantelzellen „pseudopodienartig" umgriffen. – c: Lactiferen der unmittelbaren Mantelspitze, kurz septiert, ohne angrenzende Zellen gezeichnet. – Abb. a, b von *GP 502*, c von *GP 111*.

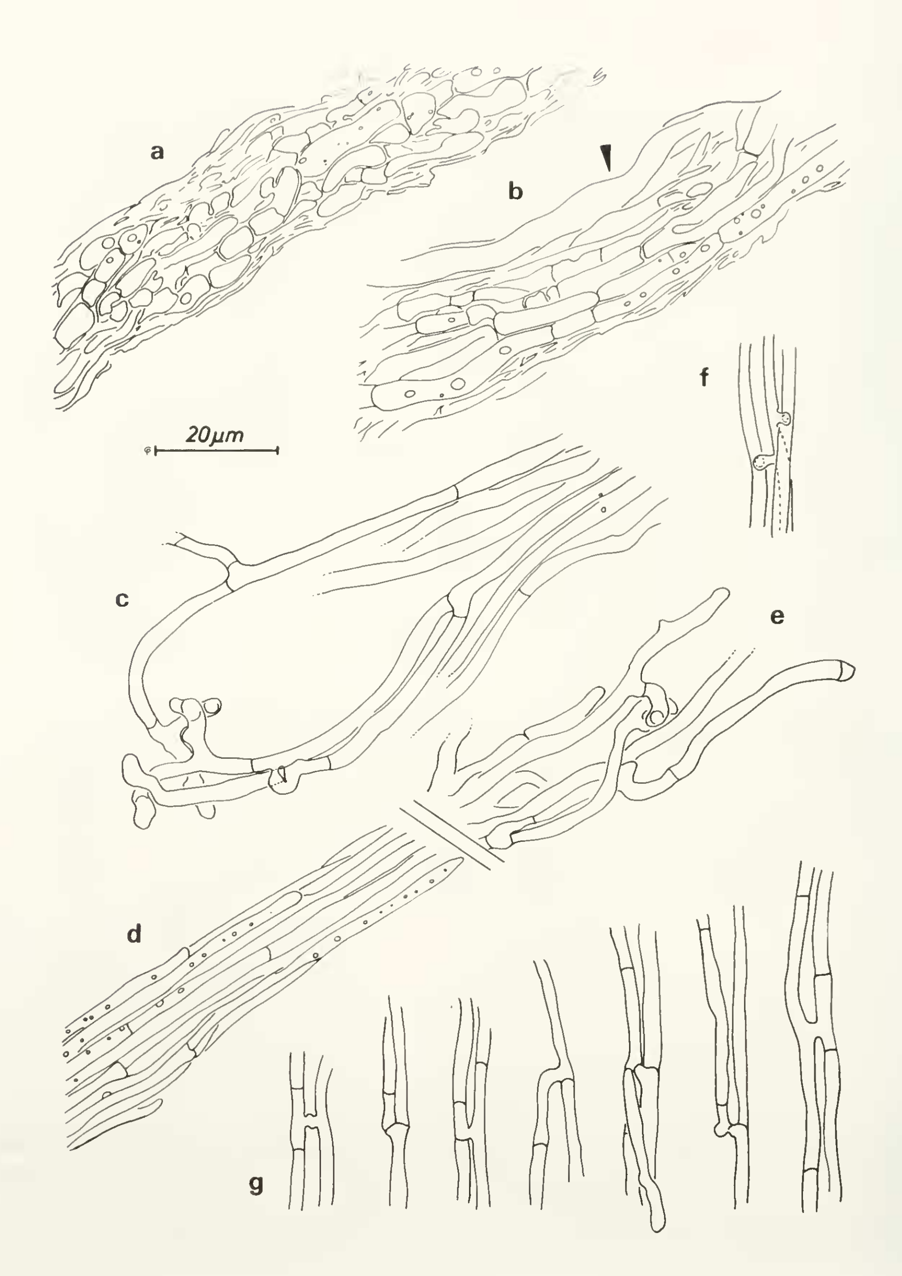


Abb. 4: *Lactarius chrysorrheus*; Rhizomorphenstrukturen. – a: dickere, leicht pigmentierte Rhizomorphe, Oberfläche aus kurzen Hyphen mit leicht aufgequollenen Zellwänden und Latextröpfchen. – b: dieselbe Rhizomorphe im optischen Längsschnitt: etwas längere, dünnwandige Hyphen und „mitlaufende" Fremdhyphe (Pfeilkopf) – c: Rhizomorphenende mit Schlinge. – d: Rhizomorphe, Hyphen mit Latextröpfchen. – e: pinselförmig aufgefächertes Ende derselben Rhizomorphe im Substrat, auch hier Schlingenbildung erkennbar. – f, g: verschiedene Verzweigungs- und Anastomosenformen in Rhizomorphen. – Alle Abb. von *GP 501a*.

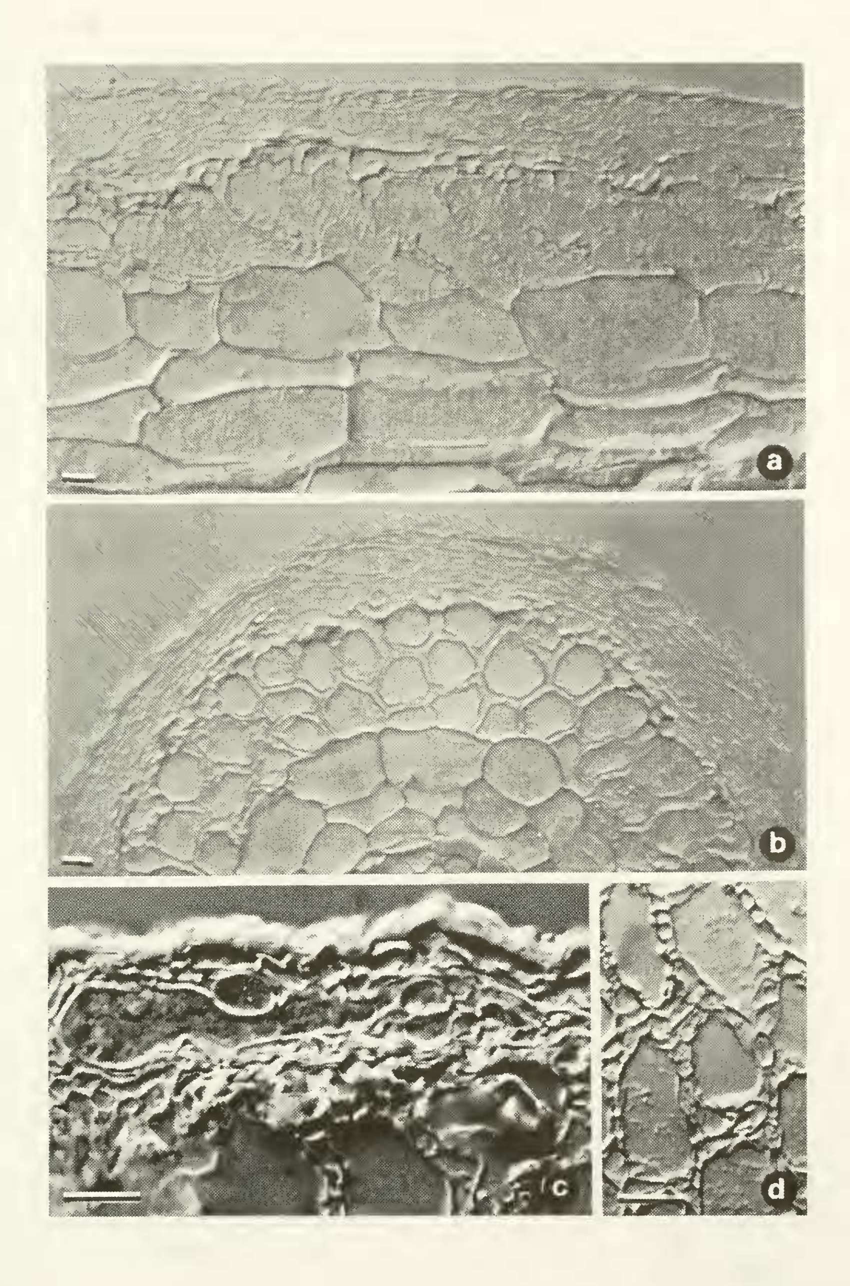


Abb. 5: *Lactarius chrysorrheus*. – a: Längsschnitt: Mantel, Hartigsches Netz nur eine Rindenzellschicht tief. – b: Querschnitt: Mantel im inneren Bereich mit Calyptra-Derivaten, Hartigsches Netz scheinbar (s. Längsschnitt unter 'a') mehrere Rindenzellschichten umfassend. – c: Querschnitt: äußere Hyphen des Mantels mit stark verquollenen Zellwänden, Mantel mit Lactifere. – d: Tangentialschnitt durch Hartigsches Netz. – Abb. c–d von *GP 111*. – Meßbalken entsprechen 10 µm.

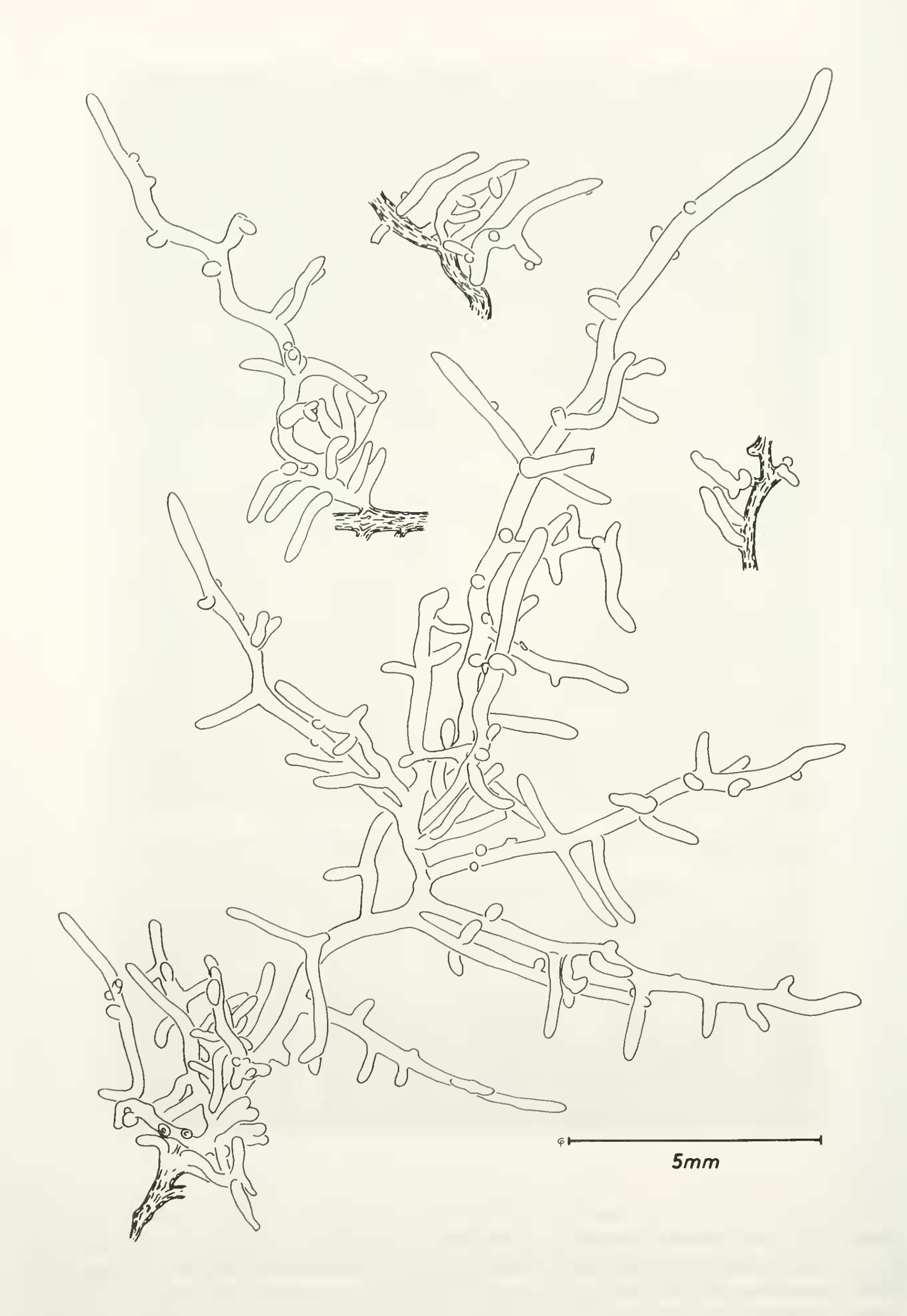


Abb. 6: *Lactarius serifluus*; Mykorrhizen in verschiedenen Wachstumstadien. – Alle Abb. von *GP 507*.

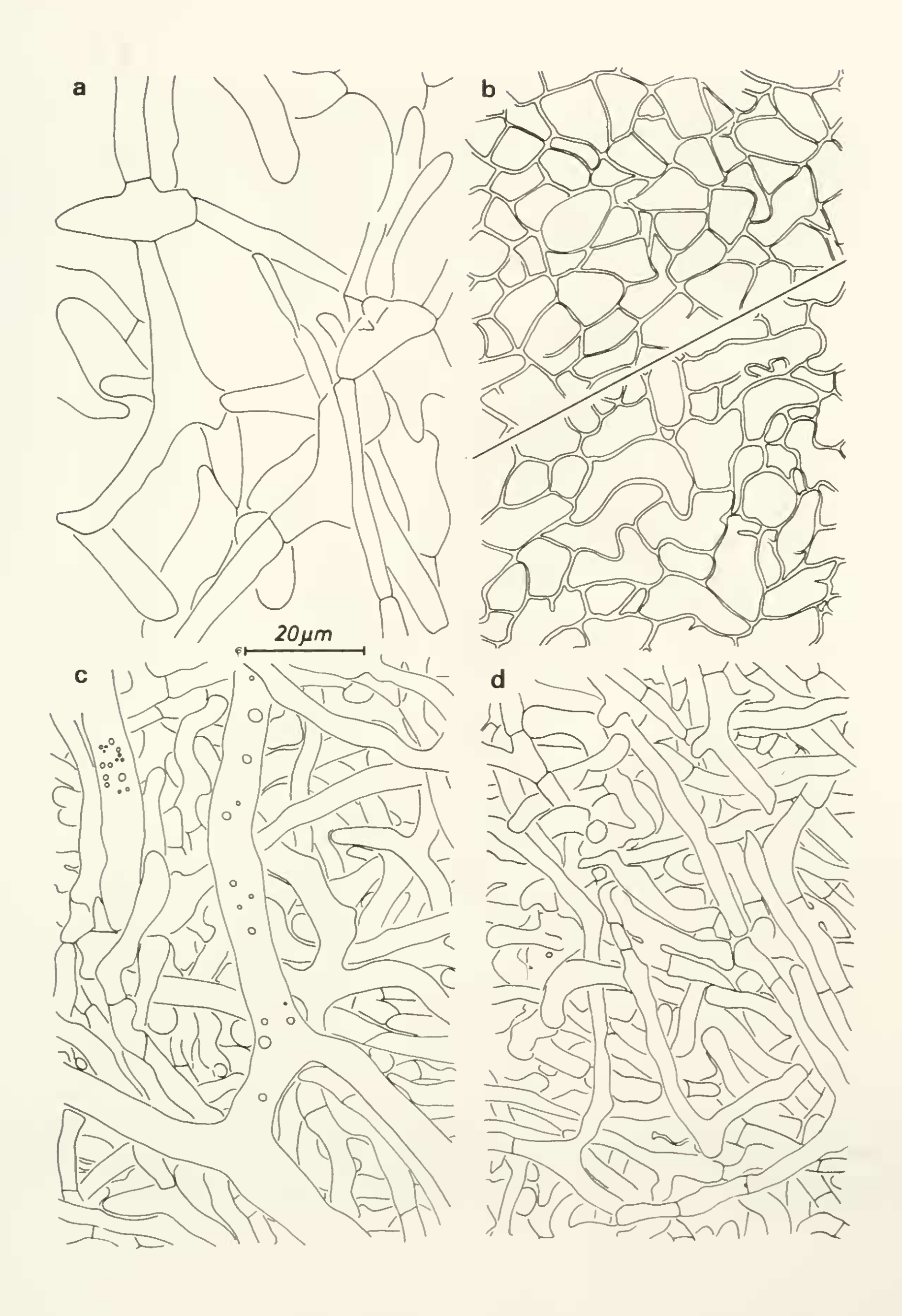


Abb. 7: *Lactarius serifluus*; Mantel in Aufsicht. – a: Manteloberfläche: enganliegendes, dünnwandiges Hyphennetz. – b: Mantelaußenseite, oben: anguläre Zellen in basaleren Bereichen; darunter: abgerundete bis ausgebuchtete Zellen in Spitzennähe, Zellwände leicht verdickt. – c: mittlere Mantelschichten: Plectenchym mit verzweigten Lactiferen, teilweise mit Latextröpfchen. – d: Mantelinnenseite: einfaches Plectenchym, Hyphen teilweise anastomosierend. – Alle Abb. von *GP 507*.

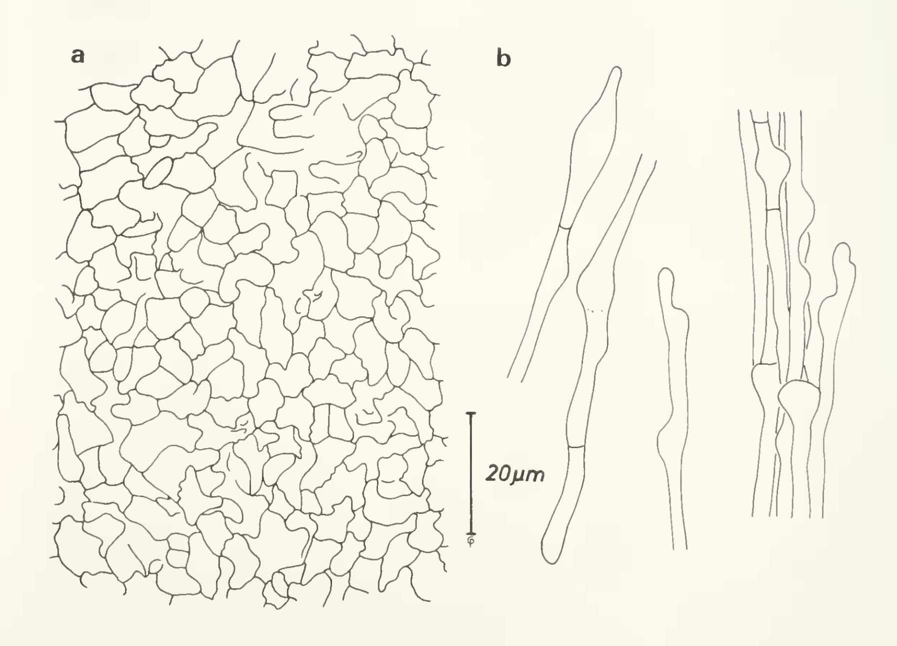


Abb. 8: *Lactarius serifluus*. – a: Mantelspitze: Zellen der Mantelaußenseite klein, dünnwandig, Zellwände teilweise wellenförmig verzahnt. – b: Rhizomorphendetails der Fruchtkörperbasis: auffällig verdickte Hyphenabschnitte (vgl. Abb. 9a, c). – Alle Abb. *GP 507*.

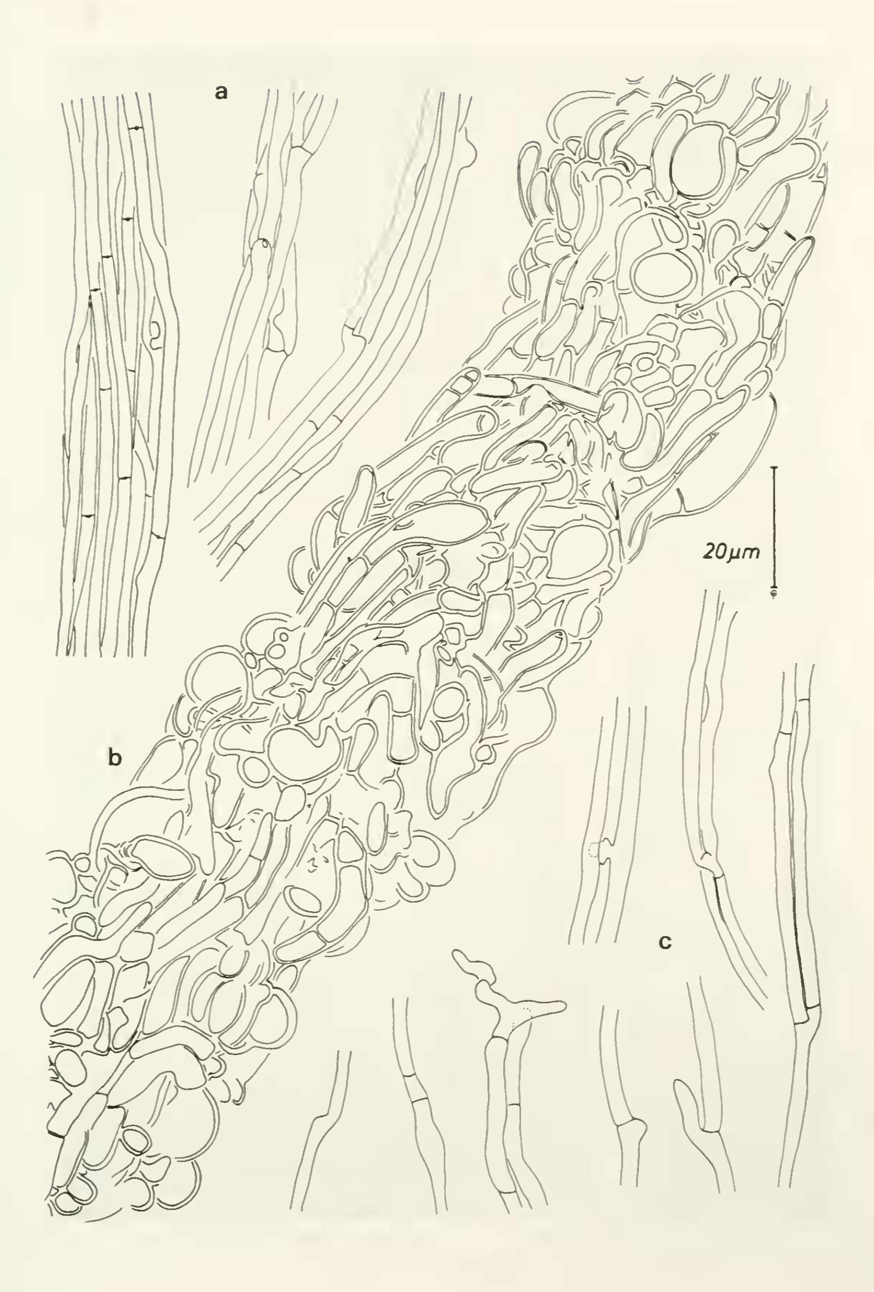


Abb. 9: *Lactarius serifluus*, Rhizomorphen. – a: undifferenzierte Rhizomorphen, Einzelhyphen teilweise mit charakteristischen Verdickungen. – b: differenzierte Rhizomorphe, äußere Rinde in Aufsicht. – c: Anastomose, Hyphenformen und Verzweigungen in Rhizomorphen. – Alle Abb. *GP 507*.

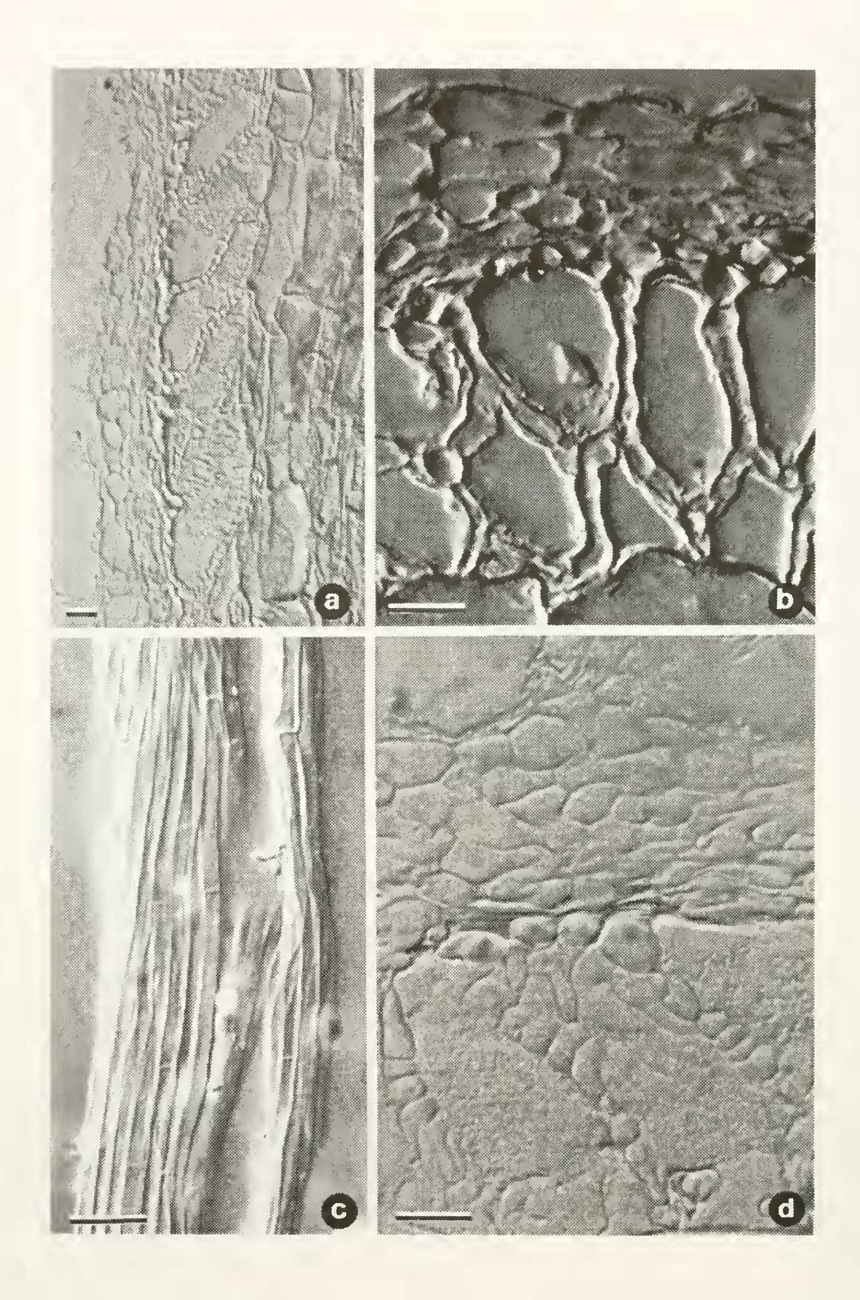


Abb. 10: *Lactarius serifluus*. – a. Längsschnitt: Mantel, Hartigsches Netz darunter nur eine Rindenzellschicht tief. – b. Querschnitt: Mantel, Hartigsches Netz darunter scheinbar mehrere Rindenzellschichten umfassend (s. Längsschnitt unter 'a'). – c: Rhizomorphe. – d. Längsschnitt: Mantel, Hartigsches Netz z.T. in Aufsicht. – Alle Abb. von *GP 507*. – Meßbalken entsprechen 10 µm.